

PAT-NO: JP02002136961A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002136961 A
TITLE: DECONTAMINATION METHOD FOR SOIL OR UNDERGROUND WATER
PUBN-DATE: May 14, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TANO, MASAHIRO	N/A
TAKAHASHI, MASAKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MIYAMA KK	N/A

APPL-NO: JP2000333659

APPL-DATE: October 31, 2000

INT-CL (IPC): B09C001/02 , B09C001/08 ,
A62D003/00 , C02F001/72

US-CL-CURRENT: 588/316 , 588/320 , 588/405 ,
588/406

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a decontamination method for soil and underground water, which can decontaminate soil or underground water contaminated with hazardous organic

compounds, such as chlorine-containing volatile organic compounds and aromatic compounds, by efficiently decomposing the hazardous organic compounds.

SOLUTION: An area contaminated with the hazardous organic compounds is demarcated, and a sulfate is added to this demarcation directly. Potassium sulfate or sodium persulfate can be used as the sulfate.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-136961

(P2002-136961A)

(43)公開日 平成14年5月14日(2002.5.14)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークコード*(参考)
B 0 9 C 1/02		A 6 2 D 3/00	Z A B 2 E 1 9 1
1/08		C 0 2 F 1/72	Z 4 D 0 0 4
A 6 2 D 3/00	Z A B	B 0 9 B 3/00	3 0 4 K 4 D 0 5 0
C 0 2 F 1/72			

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-333659(P2000-333659)

(22)出願日 平成12年10月31日(2000.10.31)

(71)出願人 592176815

ミヤマ株式会社

長野県長野市丹波島1丁目1番12号

(72)発明者 田野 正治

新潟県燕市大字小池3663番地1 ミヤマ株
式会社環境技術開発研究所内

(72)発明者 高橋 正樹

新潟県燕市大字小池3663番地1 ミヤマ株
式会社環境技術開発研究所内

(74)代理人 100080089

弁理士 牛木 謙

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 土壌又は地下水の浄化処理方法

(57)【要約】

【課題】 塩素を含有する揮発性有機化合物や芳香族系化合物などの有害な有機化合物で汚染された土壌または地下水からこれら有害な有機化合物を効率的に分解して浄化することができる土壌及び地下水の浄化処理方法を提供する。

【解決手段】 有害な有機化合物で汚染された土壌又は地下水を含む区域を区画し、この区画内に直接過硫酸塩を添加する。この硫酸塩としては、硫酸カリウム又は過硫酸ナトリウムを使用することができる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 有害有機化合物で汚染された土壌又は地下水に過硫酸塩を添加することを特徴とする土壌又は地下水の浄化処理方法。

【請求項2】 前記過硫酸塩が過硫酸カリウム又は過硫酸ナトリウムであることを特徴とする請求項1記載の土壌又は地下水の浄化処理方法。

【請求項3】 有害有機化合物で汚染された土壌又は地下水を含む区域を区画し、この区画内に直接過硫酸塩を添加することを特徴とする請求項1又は2記載の土壌又は地下水の浄化処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、塩素化有機化合物や芳香族化合物などの有害な有機化合物で汚染された土壌又は地下水からこれらの有機化合物を効率よく分解して浄化する方法に関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】トリクロロエチレンやテトラクロロエチレン等の塩素を含む揮発性有機化合物(VOC)は、優れた溶解力を有する溶剤として使用されてきたが、近年その発ガン性が指摘され、環境への放出が制限されている。しかしながら、これら揮発性有機化合物による汚染は依然として深刻であり、生活環境である土壌や地下水の汚染が大きな社会問題となっている。

【0003】このような揮発性有機化合物の処理方法としては、環境庁水質保全局通知(平成6年11月11日環水管第205号有機塩素系化合物に係る土壌・地下水汚染調査・対策指針)では、土壌ガス吸引法及び地下水揚水法が例示されている。土壌ガス吸引法及び地下水揚水法は、揮発性有機化合物を土壌中から吸引するか、あるいは地下水を一旦揚水してから曝気処理し、気液分離後活性炭等の吸着剤で処理する方法である。また、他の活性炭による吸着処理方法として、地下水を地下から汲み上げて直接活性炭により処理し、固液分離する方法もある。

【0004】しかしながら、これらの処理方法は、いずれも揮発性有機化合物を吸着した活性炭を処理しなければならないが、この活性炭は、そのままで最終処分できないため焼却処分しなければならず、さらに地下水や揮発性有機化合物の地下から地上への移送設備及びこれに伴うエネルギー消費等も考慮すると処理効率及び処理コストの点で問題があった。

【0005】また、活性炭を用いずに地下水中に含まれる揮発性有機化合物を処理する方法として、二酸化チタン等の光酸化触媒、過酸化水素、オゾン及び紫外線照射等で構成する光化学分解リアクターを用いる促進酸化光化学分解法が知られている。この促進酸化光化学分解法は、土壌ガス吸引法及び地下水揚水法等と同様に、トリ

クロロエチレンなどの揮発性有機化合物を地下から地上に移送し、この揮発性塩素化有機化合物をリアクター内に導入して直接酸化分解する方法である。この方法によれば、活性炭の焼却処理は必要ないが、地下水あるいは揮発性有機化合物を地下から地上に移送する設備、光化学分解リアクターの設備及びその運転エネルギーが必要であり、活性炭による処理方法と同様に処理効率及び処理コストの点で問題があった。

【0006】また、近年、これら脂肪族系の塩素化有機化合物のみならずベンゼンなどの芳香族系の揮発性有機化合物による土壌や地下水の汚染も指摘されており、これら芳香族系化合物は環境ホルモンや発ガン性などが懸念され、これらも浄化できるのが望ましい。

【0007】本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、塩素を含有する揮発性有機化合物や芳香族系化合物などの有害な有機化合物で汚染された土壌または地下水からこれら有機化合物を効率的に分解して浄化することができる土壌及び地下水の浄化処理方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的に鑑み鋭意研究の結果、本発明者らは、トリクロロエチレンなどの揮発性有機化合物による土壌・地下水汚染場所を必要に応じて区画した後、直接過硫酸カリウムなどの過硫酸塩を添加すれば、揮発性有機化合物を地上に移送しなくとも酸化分解して無害化することが可能であり、また、これらの過硫酸塩は処理後は硫酸塩となるので環境に対する負荷も少ないと見出した。さらに、これら過硫酸塩は、ベンゼン、クロロベンゼンなどの芳香族化合物を分解することも可能であることを見出した。これらに基づき本発明に想到した。

【0009】本発明の請求項1記載の土壌又は地下水の浄化処理方法は、有害有機化合物で汚染された土壌又は地下水に過硫酸塩を添加する方法である。

【0010】また、請求項2記載の土壌又は地下水の浄化処理方法は、前記請求項1において、前記過硫酸塩が過硫酸カリウム又は過硫酸ナトリウムである方法である。

【0011】さらに、請求項3記載の土壌又は地下水の浄化処理方法は、前記請求項1又は2において、有害有機化合物で汚染された土壌又は地下水を含む区域を区画し、この区画内に直接過硫酸塩を添加する方法である。

【0012】

【発明の実施形態】以下、本発明の土壌又は地下水の浄化処理方法について詳細に説明する。本発明において浄化対象となる有害な有機化合物は、基本的には、揮発性有機化合物であり、塩素を含む脂肪族系有機化合物や芳香族系化合物などが挙げられる。上記塩素を含む脂肪族系有機化合物(以下、塩素化有機化合物という)としては、ジクロロエチレン、トリクロロエチレン、テトラク

ロロエチレン、トランス1, 3-ジクロロプロベン、シス1, 3-ジクロロプロベンなどの塩素化脂肪族炭化水素などの有機溶剤であり、トリクロロエチレンの場合、汚染濃度が0. 03 mg/リットル以下の土壤環境基準が設けられている。また、芳香族系化合物としては、ベンゼン、クロロベンゼン、フルオロベンゼンあるいはその他の塩素化物などの揮発性有機化合物が挙げられる。

【0013】本発明は、このような有害な有機化合物を酸化反応により分解する方法であるが、その酸化剤としては、酸化力及び環境負荷の点で過硫酸塩を使用する。上記過硫酸塩としては、過硫酸カリウム、過硫酸ナトリウムなどを用いることができる。

【0014】以下、本発明の土壤又は地下水の浄化処理方法について、土壤又は地下水の汚染が最も問題となっている塩素化有機化合物の場合を例に説明する。

【0015】塩素化有機化合物で汚染された土壤又は地下水に過硫酸塩を添加すると、過硫酸塩の有する強力な酸化力により塩素化有機化合物に含まれている塩素が除去され、例えば、トリクロロエチレンの場合には、二酸化炭素と塩酸と水とに分解される。また、過剰な過硫酸塩は、土壤などに含まれる還元性の物質と反応して硫酸カリウム、硫酸ナトリウムなどの硫酸塩として土壤又は地下水に残存することになるが、これらは特に毒性等や化学反応性も低く環境負荷が少ないため二次汚染を引き起こす可能性もなく、この点においても本発明の方法は優れている。

【0016】このような塩素化有機化合物を分解するための過硫酸塩の添加量については特に制限はないが、土壤又は地下水中に残留する塩素化有機化合物をほぼ完全に分解するに必要な最少添加量以上であればよい。したがって、この添加量は土壤又は地下水中に残留する塩素化有機化合物の濃度を基準として、土壤又は地下水の総量からその全量を計算し、これを分解するに必要な理論量を求めて、それ以上の量とすればよい。また、この過硫酸塩はそのままあるいは水溶液として土壤又は地下水に添加すればよい。具体的には、土壤又は地下水の汚染の程度によっても異なるが、土壤又は地下水中に含まれる浄化対象となる塩素化有機化合物の総量を分解するのに必要な理論値に対して等量以上、好ましくは2倍量以上、特に好ましくは5倍量以上とする。具体的には、トリクロロエチレンの場合、土壤又は地下水中のトリクロロエチレンの濃度2. 0 ppmの場合には、土壤又は地下水に対して過硫酸カリウムが20 ppm以上、好ましくは40 ppm以上、特に100 ppm以上となるように添加する。なお、上限については特に制限はないが、あまり添加量を多くしすぎてもそれに見合う塩素化有機化合物の分解速度の向上が得られなくなるばかりか、添加する過硫酸塩の量が多くなりすぎるので、トリクロロエチレンの濃度2. 0 ppmの場合、過硫酸カリウムを200 ppm以下、特に100 ppm以下程度添加すれ

ばよい。

【0017】また、本発明の方法によれば、土壤又は地下水に含まれる塩素化有機化合物の完全な浄化には、ある程度の日数を要する。すなわち、十分な過硫酸塩の量であれば、24時間で0. 1 ppm以下の濃度にまで低下し、その後、数日をかけて徐々に塩素化有機化合物を分解して浄化が進行していくことになる。それでも、最終的には、ほぼ完全に塩素化有機化合物を分解できるので問題はなく、適宜塩素化有機化合物の濃度を監視するなどして浄化の度合いを確認すればよい。

【0018】上述したような本発明の方法は、土壤又は地下水が汚染されているエリアにおいて、地下水を汲み上げたり土壤を掘り起こしたりすることなく直接行うことができる。

【0019】すなわち、地下水を浄化する場合には、まず、井戸を掘削して地下水脈の深さを測定し、浄化したいエリアを矢板などで区画して地下水の流れを止める。そして、地下水を検査することにより塩素化有機化合物の濃度を測定し、その濃度と浄化する地下水の量とから添加する過硫酸塩の量を決定する。そして、決定量の過硫酸塩をそのままあるいは水に溶解して井戸に投入して注入してやればよい。その後、定期的に地下水を採取して塩素化有機化合物の濃度を計測し、少なくとも環境基準値以下、例えばトリクロロエチレンの場合その濃度が0. 03 mg/リットル以下となったら、処理を終了し、矢板などの区画を解放すればよい。なお、区画せずに過硫酸塩を地下水にそのまま流してもよい。

【0020】また、土壤を浄化する場合には、汚染されている土壤の深さ及びエリアを測定し、このエリアを区画して土壤を検査することにより塩素化有機化合物の濃度を測定し、その濃度と土壤の量とから添加する過硫酸塩の量を決定する。そして、この決定量の過硫酸塩をそのままあるいは水に溶解して土中などに打ち込んだ管材などから汚染土壤に対して直接、過硫酸塩（又はその水溶液）を投入してやればよい。そして、定期的に土壤を採取して塩素化有機化合物の濃度を計測し、少なくとも環境基準値以下、例えばトリクロロエチレンの場合その濃度が0. 03 mg/リットル以下となったら、処理を終了する。なお、区画せずに過硫酸塩を土壤にそのまま投入してもよい。

【0021】このような浄化処理において、浄化対象となる区域が限定されている場合は、過硫酸塩による処理を1回行うだけで十分な浄化効果を得ることができるが、地下水などのように他の区域から汚染物質が拡散してきているような場合には、汚染源を突き止めることが重要であるのはもちろんのこと、定期的に浄化対象区域の塩素化有機化合物濃度を測定して、その濃度が環境基準値を上回ったら、もしくは環境基準値を上回らなくともある程度上昇したら過硫酸塩を添加する浄化処理を繰り返せば良い。

【0022】以上、本発明の土壤又は地下水の浄化処理方法について、塩素化有機化合物の場合を例に説明してきたが、ベンゼン、クロロベンゼン、フルオロベンゼンなどの芳香族化合物により汚染された土壤あるいは地下水を浄化する場合にも基本的には前述した塩素化有機化合物の場合と同じであり、その芳香族化合物の酸化分解に要する過硫酸塩の化学当量及び濃度に応じて、その添加量を決定し、同様の処理を行えばよい。

【0023】上述したような本発明の土壤又は地下水の浄化処理方法は、従来の土壤ガス吸引法及び地下水揚水法のような特別な設備を必要とせず、浄化処理を行いたい場所で直接処理することができるものであり、大幅にコスト及び効率が良い方法となっている。しかも、土壤又は地下水を移送することなく直接処理するので、有害有機化合物をほとんど完全に分解することができるという効果も奏する。さらに、使用する過硫酸塩は、処理後は害のない硫酸塩となるので、二次汚染の問題もなく、環境負荷的にも優れている。なお、土壤を掘り返したり地下水を汲み上げたりした場合にも本発明の方法を適用す*

* ことができるとはいうまでもない。

【0024】

【実施例】以下の具体的実施例により本発明をより詳細に説明する。

実施例1及び比較例1

表1に示す8種類の揮発性有機化合物(VOC)を0.20 ppm(ただし、フルオロベンゼンは0.04 ppm)含有する水に対し過硫酸塩として過硫酸カリウム($K_2S_2O_8$)水溶液を100 ppm(過硫酸カリウム

10 换算、以下同じ)添加して3日間放置した後のこれらVOCの濃度を測定した結果を表1に示す。また、比較のために何も添加しなかった場合(酸化剤なし)及び過硫酸カリウムの代わりに一般的な酸化剤である過マンガン酸カリウム($KMnO_4$)を100 ppm添加した場合(比較例1)について同様の試験を行った結果を表1に合わせて示す。

【0025】

【表1】

揮発性有機化合物	初期濃度	酸化剤なし	実施例1 $K_2S_2O_8$ 100ppm	比較例1 $KMnO_4$ 100ppm
1,1-ジクロロエチレン	0.20	0.20	0.09	検出せず
シス1,2-ジクロロエチレン	0.20	0.20	0.08	検出せず
ベンゼン	0.20	0.20	0.04	0.20
フルオロベンゼン	0.04	0.04	0.004	0.04
トリクロロエチレン	0.20	0.20	0.06	検出せず
シス1,3-ジクロロプロパン	0.20	0.15	検出せず	検出せず
トランス1,3-ジクロロプロパン	0.20	0.13	検出せず	検出せず
テトラクロロエチレン	0.20	0.20	0.09	検出せず

* : 単位は ppm

表1から明らかなように過硫酸カリウムは、8種類の揮発性有機化合物(VOC)全てに対して分解能力を発揮しているのがわかる。特に過マンガン酸カリウムでは分解できない芳香族系有機化合物であるベンゼン及びフルオロベンゼンについても過硫酸カリウムは分解できることがわかる。

実施例2～5

トリクロロエチレンを0.20 ppm含有する水に対し過硫酸カリウムを100 ppm、50 ppm及び20 ppm

※ ppmそれぞれ添加し、トリクロロエチレンの濃度を10日間にわたって測定した。結果を表2に示す。また、過硫酸塩として過硫酸ナトリウム($Na_2S_2O_8$)を100 ppm添加した場合について同様の試験を行った。結果を表2に合わせて示す。さらに、比較のために何も添加しなかった場合(酸化剤なし)について同様の試験を行った結果を表2に合わせて示す。

【0026】

【表2】

トリクロロエチレン 処理期間	酸化剤なし	実施例2 $K_2S_2O_8$ 100ppm	実施例3 $K_2S_2O_8$ 50ppm	実施例4 $K_2S_2O_8$ 20ppm	実施例5 $Na_2S_2O_8$ 100ppm
初期	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
1日後	0.20	0.08	0.10	0.15	0.08
2日後	0.20	0.06	0.09	0.12	0.06
3日後	0.20	0.03	0.06	0.10	0.04
4日後	0.20	0.01	0.04	0.08	0.02
5日後	0.20	検出せず	0.03	0.07	検出せず
6日後	0.20	検出せず	0.02	0.06	検出せず
10日後	0.17	検出せず	検出せず	0.03	検出せず

* : 単位は ppm

表2から明らかなように過硫酸ナトリウムは、100 ppmの濃度で5日でトリクロロエチレンをほぼ完全に分解することができ、過硫酸カリウムとほぼ同程度の分解能を発揮することがわかる。また、過硫酸カリウムは50 ppm、20 ppmの低濃度でもある程度トリクロロエチレンを分解できることがわかる。

実施例6～9

トリクロロエチレンを0.20 ppm含有する水に対し過硫酸カリウムを100 ppm添加し、トリクロロエチレンの濃度を17日間にわたって測定した。結果を表3*10

トリクロロエチレン 処理期間	酸化剤 K ₂ S ₂ O ₈ 100ppm	実施例6 K ₂ S ₂ O ₈ 100ppm	実施例7 K ₂ S ₂ O ₈ 100ppm	実施例8 K ₂ S ₂ O ₈ 40ppm	実施例9 K ₂ S ₂ O ₈ 20ppm
初期	0.20	0.20	2.0	2.0	2.0
3日後	0.20	0.02	0.14	1.6	2.0
5日後	0.20	0.01	0.06	1.5	2.0
7日後	0.20	検出せず	0.04	1.3	1.9
9日後	0.20	検出せず	0.03	1.1	1.9
11日後	0.20	検出せず	0.02	1.0	1.9
13日後	0.20	検出せず	0.02	0.84	1.9
15日後	0.20	検出せず	0.01	0.72	1.8
17日後	0.20	検出せず	0.61	1.8	

*: 単位はppm

表3から明らかなように過硫酸カリウムは、2.0 ppmと非常に高濃度のトリクロロエチレンであっても、時間をかけば100 ppm及び40 ppmの濃度でも分解できることがわかる。また、20 ppmと低い濃度でも減少化傾向が認められた。なお、過硫酸カリウムの濃度20 ppmは、トリクロロエチレン2.0 ppmの分解反応に必要な理論量とほぼ等量であり、40 ppm、100 ppmは、それぞれ約2倍量及び約5倍量に相当する。

実施例10、11

ベンゼンを0.20 ppm及び2.0 ppm含有する水に対し過硫酸カリウムを100 ppm添加し、ベンゼンの濃度を17日間にわたって測定した。結果を表4に示す。また、比較のために何も添加しなかった場合（酸化剤なし）について同様の試験を行った結果を表4に合わせて示す。

【0028】

【表4】

ベンゼン 処理期間	酸化剤 K ₂ S ₂ O ₈ 100ppm	実施例10 K ₂ S ₂ O ₈ 100ppm	実施例11 K ₂ S ₂ O ₈ 100ppm
初期	0.20	0.20	2.0
3日後	0.20	検出せず	1.2
5日後	0.20	検出せず	0.36
7日後	0.20	検出せず	0.10
9日後	0.20	検出せず	0.02
11日後	0.20	検出せず	検出せず
13日後	0.20	検出せず	検出せず
15日後	0.20	検出せず	検出せず
17日後	0.20	検出せず	検出せず

*: 単位はppm

※表4から明らかなように過硫酸カリウムは、0.20 ppmの濃度のベンゼンは3日でほぼ分解できるだけでなく、2.0 ppmと非常に高濃度のベンゼンも分解できることがわかる。

実施例12、13

クロロベンゼンであるp-ジクロロベンゼンを0.2 ppm及び2.0 ppm含有する水に対し過硫酸カリウムを100 ppm添加し、p-ジクロロベンゼンの濃度を30 17日間にわたって測定した。結果を表5に示す。また、比較のために何も添加しなかった場合（酸化剤なし）について同様の試験を行った結果を表5に合わせて示す。

【0029】

【表5】

p-ジクロロベンゼン 処理期間	酸化剤 K ₂ S ₂ O ₈ 100ppm	実施例12 K ₂ S ₂ O ₈ 100ppm	実施例13 K ₂ S ₂ O ₈ 100ppm
初期	0.20	0.20	2.0
3日後	0.20	0.11	0.75
5日後	0.20	0.01	0.28
7日後	0.20	検出せず	0.10
9日後	0.20	検出せず	0.05
11日後	0.20	検出せず	0.03
13日後	0.20	検出せず	検出せず
15日後	0.20	検出せず	検出せず
17日後	0.20	検出せず	検出せず

*: 単位はppm

表5から明らかなように過硫酸カリウムは、0.20 ppmの濃度のp-ジクロロベンゼンは7日でほぼ分解できるだけでなく、2.0 ppmと非常に高濃度のp-ジ

クロロベンゼンも分解できることがわかる。

※50

【0030】これらの実施例1～13及び比較例1から、過硫酸カリウム及び過硫酸ナトリウムは、低濃度のトリクロロエチレンを迅速に分解できるのみならず高濃度のトリクロロエチレンであっても時間をかけければほぼ完全に分解でき、この点で過マンガン酸塩と遜色なく、また、酸化力が強いので過マンガン酸塩では分解できないベンゼンなどの芳香族化合物も分解可能であることがわかる。また、過硫酸カリウム及び過硫酸ナトリウムは、分解後は硫酸カリウム及び硫酸ナトリウムとして残存するため環境に対する負荷が少ないため、土壤や地下水に直接投与可能であり、さらに、過マンガン酸カリウムよりも安価であるという利点も有する。

【0031】

【発明の効果】本発明の請求項1記載の土壤又は地下水の浄化処理方法は、有害有機化合物で汚染された土壤又は地下水に過硫酸塩を添加する方法であるので、土壤又は地下水中の有害有機化合物を効率的に分解して浄化することができる。また、従来の土壤ガス吸引法及び地下水揚水法のような特別な設備を必要とせず、浄化処理を行いたい場所で直接処理することができ、大幅にコスト

10 20

及び効率が良い。しかも、土壤又は地下水を直接処理するので、有害有機化合物をほとんど完全に分解することができる。その上、使用する過硫酸塩は、処理後は害のない硫酸塩となるので、二次汚染の問題もなく、環境負荷的に優れている。

【0032】また、請求項2記載の土壤又は地下水の浄化処理方法は、前記請求項1において、前記過硫酸塩が過硫酸カリウム又は過硫酸ナトリウムである方法であるので、土壤又は地下水中の有害有機化合物を効率的に分解して浄化することができる。また、過硫酸カリウム又は過硫酸ナトリウムは、処理後は害のない硫酸カリウム又は硫酸ナトリウムとなるので、二次汚染の問題もなく、環境負荷的に優れている。

【0033】さらに、請求項3記載の土壤又は地下水の浄化処理方法は、前記請求項1又は2において、有害有機化合物で汚染された土壤又は地下水を含む区域を区画し、この区画内に直接過硫酸塩を添加する方法であるので、土壤を掘り返したり地下水を汲み上げたりすることなく浄化処理を行うことができる。

フロントページの続き

Fターム(参考) 2E191 BA11 BA12 BA15 BB01 BC01
BD11
4D004 AA41 AB05 AB06 AC07 CA01
CA36 CC11
4D050 AA02 AB12 AB19 BB13